

PENGARUH PENGUAT TERHADAP SHEAR FLOW PADA KONSTRUKSI TABUNG

Oleh

Ir. Sunardjo

Ir. Teguh Puji Purwanto*

Intisari

Konstruksi tabung banyak digunakan untuk konstruksi pesawat terbang dan karoseri kendaraan. Supaya plat yang digunakan tipis dan bentuk penampang tidak berubah akibat beban, maka dipasang penguat pada arah memanjang dan melintang. Shear flow akibat momen lengkung dipengaruhi oleh ukuran penampang penguat memanjang. Sedangkan shear flow akibat momen puntir tidak dipengaruhi oleh ukuran penampang penguat memanjang.

Pendahuluan

Konstruksi tabung adalah suatu konstruksi yang terdiri dari plat tipis yang diberi penguat. Penguat tersebut dipasang pada arah memanjang dan melintang, tidak ada penguat diagonal yang menghubungkan dua penguat memanjang yang berdekatan. Penampang konstruksi tabung dapat berbentuk kotak, lingkaran, ellip dan sebagainya. Pemakaian konstruksi tabung dalam bidang Teknik Mesin misalnya sayap pesawat terbang, karoseri kendaraan. Akibat beban tegangan yang terjadi pada plat adalah tegangan geser. Untuk menghitung tegangan geser yang terjadi akibat beban atau merencanakan tebal plat yang dibutuhkan sulit, maka untuk menyederhanakan/memudahkan perhitungan yang dihitung terlebih dahulu adalah besarnya shear flow. Yang disebut dengan shear flow adalah besarnya tegangan geser yang terjadi bila tebal plat sebesar satu satuan. Sehingga kalau sudah diketahui besarnya shear flow, dengan menentukan tebal plat maka dapat dihitung tegangan geser yang terjadi.

$$\text{tegangan geser} = \frac{\text{shear flow}}{\text{tebal plat}}$$

Pembebanan pada konstruksi tabung

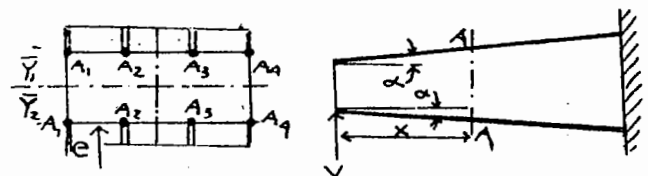
Secara umum beban pada suatu konstruksi akan menimbulkan momen lengkung dan momen

puntir. Timbulnya momen puntir disebabkan karena titik tangkap beban yang bekerja tidak berimpit dengan titik pusat gaya geser (shear centre). Momen lengkung dan momen puntir akan menimbulkan shear flow pada plat konstruksi tabung. Untuk konstruksi dalam bidang Teknik Mesin penampang konstruksi tabung harus mempunyai bentuk tertentu dan beban tidak bisa ditempatkan dengan baik, maka timbulnya momen puntir tidak bisa dihindari. Sering dijumpai bahwa beban momen puntir lebih besar dibanding momen lengkung. Berikut ini akan dianalisa cara menghitung shear flow pada konstruksi tabung yang penampangnya variabel (mis : "tapered beam")

Shear flow pada konstruksi tabung

Menghitung shear flow pada konstruksi tabung dilakukan dengan cara superposisi yaitu menghitung shear flow akibat momen lengkung dan akibat momen puntir kemudian dijumlahkan.

Shear flow akibat momen lengkung



Gambar 1. bentuk dan penampang konstruksi tabung

*) Anggota Staf Pengajar Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik UGM.

Misalnya kita akan menghitung shear flow pada penampang A-A yang berjarak X dari ujung yang bebas. Bentuk penampang A-A seperti yang tergambar disebelah kiri. Karena plat untuk konstruksi tabung tipis, maka momen inersia dari platnya jauh lebih kecil dibanding momen inersia penguat. Sehingga momen inersia penampang konstruksi tabung sama dengan momen inersia penguat. Bila A_1, A_2, A_3, A_4 , adalah luas penampang penguat nomor 1, 2, 3, 4.

Momen inersia penguat terhadap sumbu X

$$I_{xx} = \sum_{i=1}^8 A_i Y_i^2 \quad (1)$$

Tegangan lengkung pada penampang A-A

$$\sigma = \frac{My}{I_{xx}} \quad (2)$$

Besarnya gaya normal pada penguat :

$$P_{hi} = \sigma A_i \quad (3)$$

Gaya normal ini arahnya tegak lurus terhadap penampang A-A. Karena kemiringan penguat sudah tertentu maka dapat dihitung besarnya gaya vertikal yang bekerja pada penguat.

$$P_{vi} = \tan \alpha_i P_{hi} = \tan \alpha_i A_i \cdot \sigma \quad (4)$$

Pada gambar, akibat beban menimbulkan momen lengkung positif, gaya normal pada penguat sisi atas berupa gaya tekan sedangkan pada penguat sisi bawah berupa gaya tarik.

Gaya vertikal yang bekerja pada penampang a-A.

$$P_v = \sum_{i=1}^8 P_{vi} \quad (5)$$

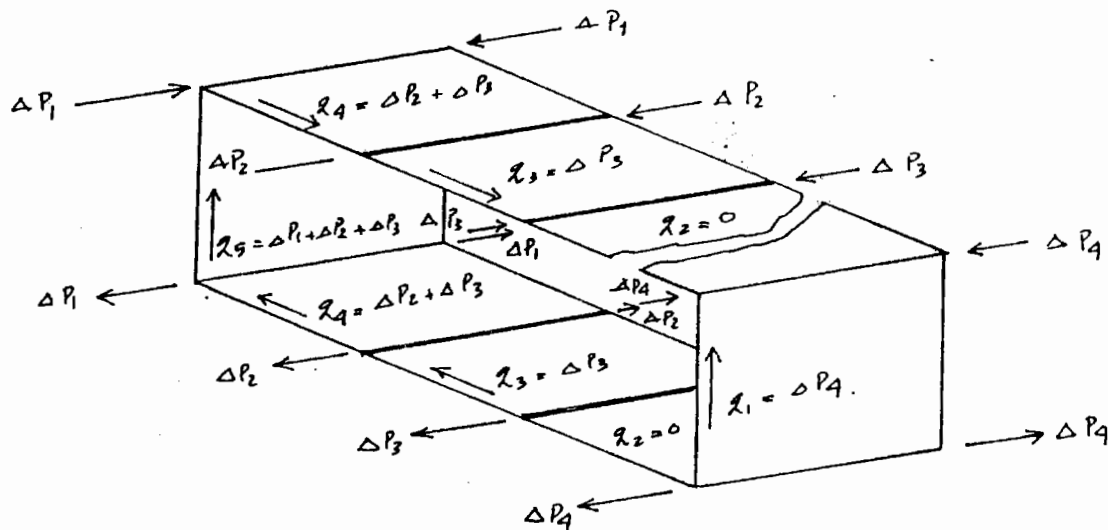
dan gaya vertikal inilah yang menyebabkan shear flow pada platnya. Bila salah satu plat atas dipotong maka perubahan tegangan lengkung pada penguat yang berjarak satu satuan

$$\sigma = \frac{P_v \cdot 1}{I_{xx}} y = \frac{P_v \cdot y}{I_{xx}} \quad (6)$$

dan perubahan gaya normalnya

$$\Delta P_i = \sigma A_i = \frac{P_v \cdot y_i}{I_{xx}} A_i \quad (7)$$

Besarnya shear flow dihitung berdasarkan keseimbangan antara gaya normal dengan shear flow pada tiap sisi.



Gambar 2. shear flow akibat momen lengkung

Shear flow akibat momen puntir

Suatu rangka batang ruang yang mendapat momen puntir menurut Prof. RV. Southwell dan Prof. H. Wagner besarnya gaya batang dapat dihitung dengan rumus (Peery 1950) :

$$T = 2 \times u \times A_p \dots\dots\dots 8)$$

T = momen puntir

u = perbandingan besarnya gaya batang dengan panjang batang

A_p = luas yang dibentuk oleh proyeksi batang terhadap bidang yang sejajar dengan penampang konstruksi tabung dan lewat simpul.

Untuk konstruksi tabung, penguat hanya dipasang pada arah memanjang dan melintang tidak ada penguat yang dipasang pada arah diagonal, maka A_p = 0

Sehingga penguat tidak menahan momen puntir. Dengan demikian momen puntir hanya ditahan oleh plat dan besarnya shear flow

$$q_0 = \frac{T}{2 \times A} \dots\dots\dots 9)$$

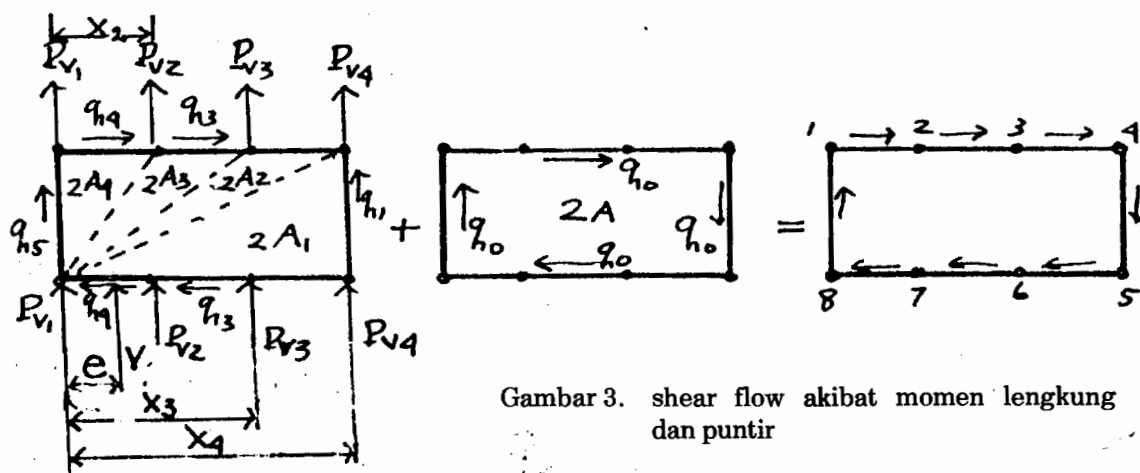
q₀ = shear flow

T = momen puntir

A = luas bagian yang diselimuti oleh plat.

Shear flow akibat momen lengkung dan puntir

Shear flow akibat momen lengkung dan puntir dapat dihitung dengan cara seperti menghitung shear flow akibat momen puntir. Yaitu jumlah momen dari shear flow akibat momen lengkung dan puntir sama dengan momen akibat gaya vertikal.



Gambar 3. shear flow akibat momen lengkung dan puntir

$$\begin{aligned} -V.e &= q_4 \cdot 2A_4 + q_3 \cdot 2A_3 - q_1 \cdot 2A_1 - P_{v2} \cdot 2X_2 \\ &\quad - P_{v1} \cdot 2X_1 - P_{v4} \cdot 2X_4 + q_0 \cdot 2A \\ -V.e &= q_4 \cdot 2A_4 - q_3 \cdot 2A_3 + q_1 \cdot 2A_1 \\ &\quad + P_{v2} \cdot 2X_2 + P_{v1} \cdot 2X_1 + P_{v4} \cdot 2X_4 \\ q_0 &= \frac{-V.e}{A} \end{aligned}$$

Shear flow totalnya :

pada bagian 1-2 q = q₄ + q₀
 pada bagian 2-3 q = q₃ + q₀
 pada bagian 3-4 q =
 pada bagian 4-5 q = q₁ - q₀
 pada bagian 5-6 q =
 pada bagian 6-7 q = q₃ + q₀
 pada bagian 7-8 q = q₄ + q₀
 pada bagian 8-1 q = q₅ + q₀

Kesimpulan

1. Penguat pada arah memanjang berpengaruh terhadap besarnya shear flow akibat momen lengkung.
2. Akibat momen puntir murni besarnya shear flow tidak dipengaruhi oleh penguat pada arah memanjang.
3. Dengan diketahui besarnya shear flow dan bahan plat yang dipakai ditentukan maka tebal plat dapat dihitung.
4. Jika konstruksi hanya menahan momen lengkung, plat yang dipakai bisa lebih tipis tetapi harus dilengkapi dengan penguat memanjang.

DAFTAR PUSTAKA

1. Budynas, Richard G. *Advanced Strength and Applied Stress Analysis*, Mc Graw - Hill Kogakusha Ltd Tokyo 1977.
2. Fenton, John, *Handbook of Automotive Design Analysis*, Newnes-Butterworths London 1976.
3. Peery, David J. *Aircraft Structures*, Mc Graw-Hill Book Company Ltd, New York 1950.